فهرست مطالب

بخش ۱ – میکروکنترولرهای ARM

۱.۱ ظهور ریزپردازندهها ۱۰

۱.۲ پردازندهی ARM ۱۱

۱.۲.۱ شرکت سهامی تجاری ARM ۱۱

۱.۲.۲ تاریخچه ۱۲

۱.۲.۳ تولد Acorn RISC Machine ARM2 ..... ۱۵

۱.۲.۴ هستههای مختلف پردازندههای ARM ۱۶

۱.۳ میکروکنترلر چیست؟ ۱۷

۱.۳.۱ سیستم تعبیه شده ۱۸

۱.۳.۲ وقفهها ۱۹

۱.۳.۳ برنامهها و یا کد ۲۰

۱.۳.۴ دیگر مشخصات میکروکنترلرها ۲۰

۱.۳.۵ افزایش یکپارچگی و مجتمع سازی ۲۱

۱.۳.۶ بازار فروش میکروکنترلرها ۲۲

۱.۳.۷ محیطهای برنامه نویسی ۲۳

۱.۴ میکروکنترلرهای نسل بعد ۲۴

۱.۴.۱ محدودیتهای میکروکنترلرهای ۸ و ۱۶ بیتی ۲۴

۱.۴.۲ مزایای میکروکنترلرهای ۳۲ بیتی ۲۵

۱.۴.۳ مسایل درگیر با توسعه سیستمهای ۳۲ بیتی ۲۵

۱.۴.۴ مروری بر کاربردها و بازار فروش میکروکنترلرهای ۳۲ بیتی ۲۶

۱.۴.۴.۱ کاربرد در صنعت ۲۶

۱.۴.۴.۲ صنایع خودرویی ۲۸

۱.۵ خلاصه ۲۹

بخش ۲ – معماری پردازندهی ARM

۲.۱ فلسفه طراحی یک پردازنده با معماری RISC ۳۵

۲.۲ مبانی طراحی ARM ۳۶
۲.۲.۱ دستورالعملها برای سیستمهای تعبیه شده ۳۷
۲.۳ سخت‌افزار یک سیستم تعبیه شده ۳۸
۲.۳.۱ فناوری گذرگاه ARM ۳۹
۲.۳.۲ پروتکل گذرگاه AMBA ۴۰
۲.۳.۳ حافظه ۴۰
۲.۳.۳.۱ سلسله مراتب ۴۱
۲.۳.۳.۲ پهنای حافظه ۴۲
۲.۳.۳.۳ انواع حافظه ۴۳
۲.۳.۴ وسایل جانبی ۴۴
۲.۳.۴.۱ کنترل کننده‌های حافظه ۴۵
۲.۳.۴.۲ کنترل کننده‌های وقفه ۴۵
۲.۴ نرم‌افزار سیستم تعبیه شده ۴۶
۱.۲.۴ کد مقداردهی اولیه یا کد Boot ۴۷
۲.۴.۲ سیستم‌عامل ۴۸
۲.۵ خلاصه و نتیجه گیری ۴۹
۳.۱ ثباتها ۵۴
۳.۲ ثبات وضعیت فعلی برنامه cpsr ۵۶
۳.۲.۱ حالتهای کاری پردازنده ۵۷
۳.۲.۲ ثباتهای بانک شده ۵۷
۳.۲.۳ مجموعه‌ی دستورالعملها و وضعیت پردازنده ۶۲
۳.۲.۴ ماسک‌های وقفه ۶۳
۳.۲.۵ پرچمهای شرط ۶۴
۳.۲.۶ اجرای شرطی ۶۶
۳.۳ خط لوله ۶۶
۳.۳.۱ مشخصات اجرایی خط لوله ۶۸
۳.۵ افزونه‌های هسته ۶۹
۳.۵.۱ حافظه‌ی نهان و TCM ۷۰
۳.۵.۲ مدیریت حافظه ۷۲

۳.۶ نسخه‌های مختلف معماری ۷۲
۳.۶.۱ مجموعه‌ی علائم ۷۳
۳.۶.۲ سیر تکامل معماری ۷۴
۳.۷ خانواده‌های پردازنده ARM ۷۴
۳.۷.۱ خانواده‌ی ARM7 ..... ۷۸
۳.۷.۲ خانواده‌ی ARM9 ..... ۷۸
۳.۷.۳ خانواده‌ی ARM10 ..... ۷۹
۳.۷.۴ خانواده‌ی ARM11 ..... ۸۰
۴.۱ رسیدگی به وقفه ۸۳
۴.۱.۱ حالتهای کاری پردازندهی ARM و استثناها ۸۳
۴.۱.۲ جدول بردار ۸۴
۴.۱.۳ تقدم استثناها ۸۶
۴.۱.۴ آفست‌های ثبات لینک ۸۷
۴.۲ وقفه‌ها ۸۹
۴.۲.۱ اختصاص دادن وقفه‌ها ۸۹
۴.۲.۲ تأخیر وقفه ۹۰
۴.۲.۳ استثناهای IRQ و FIQ ۹۱
۴.۲.۳.۱ فعال یا غیرفعال ساختن استثناهای FIQ و IRQ ۹۳
۴.۲.۴ طراحی و پیاده سازی پشتهی وقفهی پایه ۹۵
۴.۳ روشهای مختلف رسیدگی به وقفه ۹۹
۴.۳.۱ رسیدگی کننده به وقفه‌های غیر تودرتو ۹۹
۴.۳.۲ رسیدگی کننده به وقفه‌های تودرتو ۱۰۱

بخش ۳ – میکروکنترولرهای ARM و وسایل جانبی

۵.۱ میکروکنترولرهای ARM شرکت Atmel با نامگذاری AT91 ..... ۱۰۷
۵.۲ شرکت NXP و میکروکنترولرهای سری LPC ۱۱۰
۵.۲.۱ میکروکنترولرهای خانوادهی LPC1000 ..... ۱۱۲
تفاوت Cortex M0 و Cortex M3 در چیست؟ ۱۱۳
۵.۲.۱.۱ میکروکنترولرهای خانوادهی LPC1100(L) ۱۱۴

کارآیی ممتاز ۱۱۵
کوچکترین اندازه‌ی کد ۱۱۶
کمترین مصرفِ توان فعال ۱۱۷
۵.۲.۱.۲ خانواده‌ی میکروکنترولرهای LPC13xx ۱۱۸
۱.۳.۵.۲ میکروکنترولرهای خانواده‌ی LPC17xx ۱۱۹
۵.۲.۱.۴ میکروکنترولرهای خانواده LPC18xx ۱۲۱
۵.۲.۲ میکروکنترولرهای خانواده‌ی LPC2000 ..... ۱۲۲
۵.۲.۲.۱ میکروکنترولرهای LPC2103 و LPC2102 و LPC2101 ..... ۱۲۳
۵.۲.۲.۲ میکروکنترولرهای سری LPC214x ۱۲۴
۵.۲.۲.۳ میکروکنترولرهای سری LPC23xx ۱۲۷
۵.۲.۲.۴ میکروکنترولرهای سری LPC24xx ۱۲۹
LPC2468 ..... ۱۲۹
LPC2470 و LPC2478 ..... ۱۳۰
۵.۲.۲.۵ میکروکنترولرهای سری LPC29xx ۱۳۲
۵.۲.۳ میکروکنترولرهای سری LPC3000 ..... ۱۳۳
۵.۲.۳.۱ میکروکنترولرهای سری LPC31xx ۱۳۴
۵.۲.۳.۱ میکروکنترولرهای سری LPC3180/01 ..... ۱۳۶
۵.۲.۳.۳ میکروکنترولرهای سری LPC32x0 ..... ۱۳۷
۵.۲.۴ میکروکنترولرهای سری LPC4000 ..... ۱۴۰
۵.۲.۴.۱ میکروکنترولرهای سری LPC43xx ۱۴۰
۵.۳ میکروکنترولرهای شرکت Texas Instrument Inc ۱۴۲
۵.۳.۱ خانواده‌ی پردازنده‌های Sitara ۱۴۵
۵.۳.۱.۱ مشخصات کلیدی AM3505 ..... ۱۴۵
۵.۳.۱.۲ مشخصات کلیدی AM3517 ..... ۱۴۶
۵.۳.۲ پردازنده‌ی برنامه‌های کاربردی، OMAP ۱۴۷
۵.۳.۲.۱ مشخصات کلیدی OMAP4 ..... ۱۴۸
۵.۳.۲.۲ OMAP36x ۱۵۱
۵.۴ شرکت STMicroelectronics و میکروکنترولرهای ARM ۱۵۳
۵.۵ خلاصه ۱۵۸
۶.۱ پیکرهبندی میکروکنترولرهای ARM ۱۶۰
۶.۱.۱ دسترسی بیتی ۱۶۱
۶.۱.۲ کنترل توان مصرفی ۱۶۱
۶.۱.۳ ریست و کنترلکنندهی ریست ۱۶۱
۶.۱.۳.۱ ریست Brown-Out ۱۶۲
۶.۲ میکروکنترولرهای AT91 ..... ۱۶۲

۶.۲.۱ کنترل کننده ریست در میکروکنترولرهای خانواده‌ی AT91SAM7/9 ..... ۱۶۲
۶.۲.۱.۱ مدیریت ریست Brownout (فقط در AT91SAM7 موجود است) ۱۶۳
۶.۲.۲ کنترل کننده‌ی ورودی/ خروجی موازی ۱۶۳
۶.۳ میکروکنترلرهای LPC ۱۶۴
۶.۳.۱ بلوک کنترل سیستم ۱۶۴
۶.۳.۱.۱ تشریح پایه‌های کنترل سیستم ۱۶۴
۶.۳.۱.۲ ریست ۱۶۵
۶.۳.۱.۳ تشریح ثباتهای کنترل سیستم ۱۶۵
۶.۳.۱.۴ پرچمهای کنترلی متفرقه سیستم ۱۶۶
۶.۳.۱.۵ آشکارساز Brown-Out ۱۶۷
۶.۳.۲ خلاصه‌ی اتصالات کلاک و کنترل تغذیه ۱۶۷
۶.۳.۲.۱ نوسانساز ۱۷۰
نوسانساز RC داخلی (IRC) ۱۷۰
نوسانساز اصلی ۱۷۰
نوسانساز RTC ۱۷۱
۶.۳.۲.۲ مالتی پلکسر انتخاب منبع کلاک ۱۷۲
ثبات انتخاب منبع کلاک (PCLKSRCSEL) ۱۷۲
۶.۳.۲.۳ حلقه‌ی فاز قفل شده (PLL) ۱۷۳
۶.۳.۳ درگاه ورودی/ خروجی استاندارد ۱۷۳
۶.۳.۳.۱ پیکره‌بندی ابتدایی GPIO ۱۷۳
۶.۳.۳.۲ مشخصات پورتهای I/O دیجیتال ۱۷۴
۳.۳.۶.۳ پورت‌هایی که توانایی تولید وقفه دارند ۱۷۴
۶.۳.۳.۴ پایه‌های GPIO ۱۷۵
۶.۳.۳.۵ توضیح ثباتهای GPIO ۱۷۵
۶.۳.۳.۶ مثال‌هایی از نحوه‌ی استفاده‌ی GPIO ها ۱۷۷
۶.۳.۳.۷ نوشتن بر IOSET/IOCLR در مقابل IOPIN ۱۷۸
۶.۳.۳.۸ زمان‌بندی پایه‌های GPIO ۱۷۸
۶.۳.۴ ارتباط سریال UART ۱۷۸
۶.۳.۴.۱ پایه‌های مربوط به UART ۱۷۹
۶.۳.۴.۲ پیکره‌بندی ابتدایی UART ۱۸۰
۶.۳.۴.۳ کد ارتباط با UART ۱۸۰
۶.۳.۵ کنترل کننده‌های CAN1/2 ..... ۱۸۱
۶.۳.۵.۱ مشخصات عمومی CAN ۱۸۲
۶.۳.۵.۲ مشخصات کنترل کنندهی CAN ۱۸۲
۶.۳.۵.۳ مشخصات فیلتر دریافت ۱۸۲
۶.۳.۵.۴ تشریح پایه‌های CAN ۱۸۲
۶.۳.۵.۵ پیکره‌بندی ابتدایی CAN ۱۸۳
۶.۳.۶ کنترل کنندهی USB Device ۱۸۳
۶.۳.۶.۱ مشخصات کنترل کننده USB ۱۸۵

۶.۳.۶.۲ پیکره‌بندی اندپوینتها ۱۸۵
۶.۳.۶.۳ توضیحات کاربردی کنترلکنندهی USB ۱۸۶
فرستنده- گیرندهی آنالوگ ۱۸۶
موتور واسط سریال (SIE) ۱۸۶
۶.۳.۶.۴ حافظه‌ی RAM اندپوینت (EP_RAM) ۱۸۶

۶.۳.۷ کنترل توان مصرفی ۱۸۷
۶.۳.۷.۱ حالت بیکار ۱۸۷
۶.۳.۷.۲ حالت خواب ۱۸۸
۶.۳.۷.۳ حالت تغذیه‌ی خاموش ۱۸۸
۶.۳.۷.۴ حالت تغذیه‌ی خاموش عمیق ۱۸۸
۶.۳.۷.۵ کنترل توان وسایل جانبی ۱۸۸

۶.۳.۸ کنترل کننده‌ی وقفه‌ی برداری ۱۹۳
۶.۳.۸.۱ ثباتهای VIC ۱۹۳

۶.۳.۹ واسط SPI ۱۹۴
۶.۳.۹.۱ مشخصات SPI ۱۹۵
۲.۶.۳.۹ پیکره‌بندی ابتدایی SPI ۱۹۵
۶.۳.۹.۳ انتقال داده در SPI ۱۹۵
۶.۳.۹.۴ عملکرد SPI در حالت فرمانده ۱۹۷
۶.۳.۹.۵ عملکرد SPI در حالت فرمانبردار ۱۹۷

۶.۴ میکروکنترولرهای STM32 ..... ۱۹۹

بخش ۴ – برنامه‌نویسی و نرم‌افزار

۱.۷ پیدایش C/ C++ ۲۱۴

۷.۱.۱ نقطهی شروع C++ ۲۱۴

۷.۱.۲ ایجاد زبان C ۲۱۵

۷.۱.۳ نیاز به C++ ۲۱۶

۷.۲ برنامه نویسی شئگرا ۲۱۷

۷.۲.۱ کپسوله کردن ۲۱۷

۷.۲.۲ پولی مورفیزم ۲۱۸

۷.۲.۳ وراثت ۲۱۸

۷.۳ عملگرهای بیتی در زبان C ۲۱۸

۷.۳.۱ ~ عملگر منفیساز بیتی ۲۱۸

۷.۳.۲ & عملگر AND ۲۱۹

۷.۳.۳ | عملگر OR ۲۱۹

۷.۳.۴ ^ عملگر XOR ۲۱۹
۷.۳.۵ شیفت بیتها ۲۲۰

۷.۴ محیط‌های توسعه نرم‌افزاری ۲۲۲

۷.۴.۱ IAR IAR Embedded Workbench برای ARM ۲۲۲
۷.۴.۱.۱ فرآیند ساخت فایلهای باینری ۲۲۳
۷.۴.۱.۲ فرآیند ترجمه ۲۲۳
۷.۴.۱.۳ فرآیند لینک ۲۲۴
۱.۴.۷.۴ بعد از لینک ۲۲۵
۷.۴.۱.۵ اجرای برنامه ۲۲۶

۷.۴.۲ Keil، برنامه توسعه نرم افزاری برای ARM7 ، ARM9 و ARM-Cortex ۲۳۴

۷.۴.۳ برپایی یک محیط توسعه براساس GCC ۲۳۵
۷.۴.۳.۱ نصب Yagarto 4.5.0 برای ARM ۲۳۵
۷.۴.۳.۲ نصب IDE متن باز Code Lite ۲۳۶

۷.۴.۴ سناریوی کامل برنامه نویسی و عیب یابی بر اساس ابزارهای GNU ۲۳۷
۷.۴.۴.۱ نصب برنامه ۲۳۷
۷.۴.۴.۲ چگونه عیبیابی کنیم؟ ۲۵۹
۷.۴.۴.۳ تنظیم نقاط شکست ۲۶۱

۸.۱ امولاتور Jlink ۲۶۳

۸.۱.۱ مشخصات JLink ۲۶۳

۸.۲ ULink ۲۶۵

۸.۳ Wiggler ۲۶۵

۸.۴ سرور GDB ۲۶۵

۸.۵ برنامه‌ریزی حافظهی فلش میکروکنترولرها ۲۶۷

۸.۵.۱ Flash Magic ۲۶۷
۸.۵.۲ AT91 SAM-BA ۲۶۸
۸.۵.۳ ST Flash Loader ۲۶۸
۸.۵.۴ H-Jtag ۲۶۸

بخش ۵ – مدارهای عملی و پروژه‌های کاربردی

۹.۱ اتصال کلید به عنوان ورودی ۲۷۲

۹.۲ ارتباط با انواع نمایشگرها ۲۷۳

۹.۲.۱ نمایشگرهای LCD ۲۷۶
۹.۲.۲ نمایشگرهای کاراکتری تکرنگ ۲۷۶
۹.۲.۳ نمایشگرهای گرافیکی تکرنگ ۲۷۷
۹.۲.۴ نمایشگرهای گرافیکی رنگی ۲۷۷
۹.۲.۵ ارتباط با صفحات لمسی ۲۷۸
۹.۳ ارتباط با USB ۲۸۳
۹.۴ مدارهای آنالوگ و سنسورها ۲۸۶
۹.۴.۱ سنسورهای RTD ۲۸۶
۹.۴.۱.۱ چه موقع از RTD و یا ترموکوپل استفاده کنیم؟ ۲۸۷
۱۰.۱ تراشه‌های E2PROM و Flash ۲۹۱
۱۰.۲ حافظه‌های SDRAM ۲۹۴
۱۰.۲.۱ سیگنالهای کنترلی SDRAM ۲۹۵
۱۱.۱ انواع کارت حافظه ۳۰۵
۱۱.۱.۱ کارت Smart Media ۳۰۶
۱۱.۱.۲ کارت MMC ۳۰۷
۱۱.۱.۳ کارتهای Compact Flash (CF) ۳۰۷
۱۱.۱.۴ کارتهای Memory Stick (MS) ۳۰۸
۱۱.۱.۵ کارتهای Micro drive ۳۰۹
۱۱.۱.۶ کارتهای xD ۳۱۰
۱۱.۱.۷ کارتهای Secure Digital (SD) ۳۱۱
۱۱.۱.۷.۱ کارتهای SD استاندارد ۳۱۲
۱۲.۱ درباره‌ی FAT ۳۱۵
۱۲.۱.۱ راه‌اندازی فایل سیستم FAT ۳۱۵
۱۲.۲ ارتباط با SD/MMC ۳۱۶
۱۲.۲.۲ واسط SD/MMC ۳۱۶
۱۲.۲.۳ ساختار گذرگاه SPI ۳۱۸
۱۲.۲.۴ پروتکل گذرگاه SPI ۳۱۸
۱۲.۲.۵ انتخاب حالت کاری ۳۱۹

۱۲.۲.۶ ارتباط از طریق SPI ۳۱۹
۱۲.۲.۷ توابع راهاندازی SPI ۳۲۱
۱۲.۲.۸ توابع راهاندازی MMC/SD ۳۲۲

۱۲.۳ معرفی EFSL و Fat FS ۳۲۲

۱۲.۳.۱ EFSL ۳۲۲
۱۲.۳.۲ Fat FS ۳۲۳
۱۲.۳.۳ پورت EFSL بر روی LPC1768 ..... ۳۲۴
۱۲.۳.۳.۱ تعریف یک نام اندپوینت ۳۲۴
۱۲.۳.۳.۲ تعیین اندازه‌ی انواع دادهای صحیح ۳۲۵
۱۲.۳.۳.۳ اندپوینت را به interface.h اضافه کنید ۳۲۵
۱۲.۳.۳.۳ پیکره‌بندی EFSL ۳۲۶
۱۲.۳.۳.۳ ایجاد فایل منبع ۳۲۶
۱۲.۳.۳.۳ پیاده سازی توابع سطح پایین ۳۲۷
hwinterface ۳۲۷
If_init Interface ۳۲۷
If_read Buf ۳۲۷
If_write Buf ۳۲۸
۱۲.۳.۳.۳ اجرای کد ۳۲۹
۱۲.۳.۴ پورت کردن FAT FS روی LPC1768 ..... ۳۲۹
۱۲.۳.۳.۳ اندازه‌ی اعداد صحیح ۳۳۰
۱۲.۳.۳.۳ پیکره‌بندی ماژول FAT FS ۳۳۰
_USE_LFN ۳۳۱
۱۲.۳.۳.۳ پیاده سازی توابع سطح پایین ۳۳۲
disk_initialize ۳۳۲
disk_status ۳۳۲
disk_read ۳۳۳
disk_write ۳۳۳
disk_ioctl ۳۳۴
get_fattime ۳۳۵

۱۲.۴ YAFFS ۳۳۷

۱۲.۴ JFFS2 ..... ۳۳۸

۱۲.۴ UBIFS ۳۳۸

۱۳.۱ موتورهای پله‌ای ۳۴۱

۱۳.۱.۱ کنترل موتور پلهای به روش Chopper ۳۴۴
۱۳.۱.۲ تشریح مدار ۳۴۵

۱۳.۱.۳ مبانی حرکت پلهای نیمپله ۳۴۹
۱۳.۲ موتورهای القایی ۳۵۲
۱۳.۲.۱ تغییر سرعت ۳۵۵
۱۳.۲.۲ توضیح سخت‌افزار ۳۵۶
۱۳.۳ راه‌اندازی موتورهای بدون جاروبک DC ۳۵۹
۱۳.۳.۱ ساختار داخلی ۳۵۹
۱۳.۳.۲ کموتاسیون ۳۶۱
۱۳.۳.۳ سخت‌افزار مورد استفاده ۳۶۳
۱۴.۱ شبکه اترنت چیست؟ ۳۶۷
۱۴.۲ اترنت ۳۶۸
۱۴.۲.۱ پروتکل ۳۶۸
۱۴.۲.۲ اصطلاحات اترنت ۳۶۹
۱۴.۲.۳ محدودیت های اترنت ۳۶۹
۱۴.۲.۴ تکرارکننده ۳۷۰
۱۴.۲.۵ استاندارد IEEE 802.3 ..... ۳۷۰
۱۴.۲.۶ آینده اترنت ۳۷۰
۱۴.۳ کابلهای ارتباطی و سرعت شبکه ۳۷۱
۱۴.۳.۱ انواع مختلف کابلهای ارتباطی ۳۷۱
۱۴.۳.۲ کابل جفت شدهی پیچیده ۳۷۱
۱۴.۳.۳ تجهیز کابلهای اترنت به تغذیه ۳۷۴
۱۴.۳.۴ سیستمهای واسط و استانداردها ۳۷۶
۱۴.۴ کنترل کنندهی Ethernet ۳۷۶
۱۴.۴.۱ ارتباط با کنترل کنندههای اترنت ۳۷۷
۱۴.۵ درون پروتکل اینترنت ۳۷۹
۱۴.۵.۱ آدرسهای IP ۳۸۰
۱۴.۵.۱.۱ اختصاص آدرسها ۳۸۰
۱۴.۶ تبادل پیغامها با استفاده از UDP و TCP ۳۸۱
۱۴.۶.۱ سوکتها و پورتها ۳۸۱

۱۴.۷ uIP ۳۸۲

بخش ۶ – مباحث پیشرفته‌ی میکروکنترولرهای ARM

۱۵.۱ نمایش یک سیگنال دیجیتال ۳۸۷
۱۵.۱.۱ انتخاب نحوه‌ی نمایش ۳۸۸
۱۵.۱.۲ نمایش لگاریتمی ۳۹۰
۱۵.۱.۳ جمع و تفریق سیگنالهای نقطه‌ی ثابت ۳۹۰
۱۵.۱.۴ ضرب سیگنالهای نقطه‌ی ثابت ۳۹۱
۵.۱۵.۱ تقسیم سیگنالهای نقطه‌ی ثابت ۳۹۱
۱۵.۱.۶ ریشه دوم سیگنالهای نقطه‌ی ثابت ۳۹۱
۱۵.۲ راهنمای نوشتن کد DSP برای ARM ۳۹۱
۱۵.۳ راهنمای نوشتن کد DSP برای ARM7TDMI ۳۹۲
۱۵.۴ راهنمای نوشتن کد DSP برای ARM9E ۳۹۳
۱۵.۵ فیلترهای FIR ۳۹۴
۱۵.۵.۱ نوشتن فیلترهای FIR بر روی ARM ۳۹۷
۱۵.۶ فیلترهای IIR ۳۹۷
۱۵.۶.۱ پیاده‌سازی فیلترهای IIR ۱۶ بیتی ۳۹۹
۱۵.۷ تبدیل فوریه‌ی گسسته ۴۰۰
۱۵.۷.۱ تبدیل فوریه‌ی سریع ۴۰۰
۱۵.۸ خلاصه ۴۰۷
۱۶.۱ نوشتن کدهای زبان اسمبلی و بهینه سازی آنها ۴۰۹
۱۶.۱.۱ نوشتن کدهای اسمبلی ۴۱۰
۱۶.۱.۲ بررسی مشخصات رفتاری و شمارش سیکلهای کاری ۴۱۵
۱۶.۱.۳ زمانبندی دستورالعملها ۴۱۵
۱۶.۱.۴ ساختارهای حلقه ۴۱۷
۱۶.۱.۴.۱ حلقه‌ی شمرده شونده و کاهش یابنده ۴۱۸
۱۶.۲ برنامه نویسی بهینه به زبان C ۴۱۹
۱۶.۲.۱ مروری بر کامپایلرهای C و بهینه سازی ۴۱۹

۱۶.۲.۲ انواع داده‌ها در زبان C ۴۲۱
۱۶.۲.۲.۱ انواع متغیرهای محلی ۴۲۳
۱۶.۲.۲.۲ انواع آرگومان توابع ۴۲۴
۱۶.۲.۲.۳ مقادیر علامتدار در برابر مقادیر بدون علامت ۴۲۵
۱۶.۲.۲.۴ خلاصه استفاده‌ی بهینه‌ی انواع داده در C ۴۲۶
۱۶.۲.۳ ساختارهای حلقهی C ۴۲۶
۱۶.۲.۳.۱ حلقه‌های با تعداد تکرار ثابت ۴۲۷
۱۶.۲.۳.۲ حلقه‌هایی که از تعداد تکرار حلقه‌ی متغیر استفاده میکنند ۴۳۰

۱۷.۱ سیستمهای عامل تعبیه شده ۴۳۳

۱۷.۱.۱ اجزای بنیادی ۴۳۳
۱۷.۱.۲ واحد محافظت از حافظه ۴۳۶
۱۷.۱.۳ واحد مدیریت حافظه ۴۳۶
۱۷.۱.۴ انتقال از یک MPU به MMU ۴۳۷
۱۷.۱.۵ حافظه‌ی مجازی چگونه کار میکند؟ ۴۳۸

۲.۱۷ سیستم‌عامل بیدرنگ ۴۴۱

۱۷.۲.۱ روش‌های طراحی ۴۴۱
۱۷.۲.۲ زمانبندی ۴۴۲
۱۷.۲.۳ Window CE ۴۴۲
۱۷.۲.۳.۱ ابزارهای توسعه‌ی نرم‌افزاری ۴۴۳
۱۷.۲.۴ eCos ۴۴۴
۱۷.۲.۴.۱ طراحی eCos ۴۴۴
۱۷.۲.۵ چگونه یک سیستم‌عامل بیدرنگ را انتخاب کنیم؟ ۴۴۵

۱۸.۱ سناریو ۱ : طراحی برد پایه، براساس LPC2103 ..... ۴۴۷

۱۸.۲ سناریو ۲ : طراحی برد پایه با استفاده از LPC2148 ..... ۴۵۲

۱۹.۱ رمزدار کردن به روش RSA ۴۵۶

۱۹.۲ تولید کلیدهای عمومی و خصوصی ۴۵۹

بخش ۷ – ضمایم

ب.۱ رمزگذاری دستورات ARM ۴۷۶